F. Zach's cytologische Untersuchungen über die Rostflecken des Getreides — und die Mycoplasmatheorie

von

Prof. Dr. **Jakob Eriksson** in Stockholm.

(Vorgelegt in der Sitzung am 1. Dezember 1910.)

In einer vor kurzem erschienenen Mitteilung über den anatomischen Bau der Rostflecken des Getreides macht Herr Realschulprofessor F. Zach[1] in Wien die Meinung geltend, daß die von mir zum besseren Verständnis der Entstehung und der Verbreitung der Rostkrankheiten des Getreides aufgestellte Mycoplasmatheorie unberechtigt sei. Das »Tatsachenmaterial« wird freilich als »durchaus richtig« bezeichnet, aber die »Deutung« dieses Materials, welche ich gegeben habe, sei nicht die richtige.

Prof. Zach stützt seine Meinung teils auf vermeinte Ergebnisse anderer Forscher teils auf neue, eigene Untersuchungen.

Die von Zach zitierten anderen Verfasser sind folgende: Bolley (1898), Zukal (1899), Klebahn (1900) und Marshall Ward (1903). Was die herangezogenen Arbeiten dieser Autoren betrifft, muß ich bemerken, daß diese Arbeiten sämtlich vor der Veröffentlichung meiner Mycoplasmatheorie in ihrer neueren, jetzt gültigen Form erschienen sind. Ihre cytologische Grundlage erhielt nämlich diese Theorie erst am Ende des Jahres 1903[2] und mehr ausführlich in den

[1] F. Zach, Cytologische Untersuchungen an den Rostflecken des Getreides und die Mycoplasmatheorie J. Eriksson's. Sitzber. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Kl., Bd. 119, Abt. I, April 1910.

[2] J. Eriksson, Sur l'appareil végétatif de la rouille jaune des Céreales. C. R. Acad. d. Sc. Paris, 1903, T. 137, p. 578—580. — Nouvelles recherches sur l'appareil végétatif de certaines Urédinées. Ib. 1904, T. 139, p. 85—87.

Jahren 1904 und 1905.[1] Bis zum Ende des Jahres 1903 befand sich die Mycoplasmafrage in der Lage, welche ihr durch die im Jahre 1897 erschienenen Arbeiten[2] gegeben worden war.

Im Laufe der Jahre habe ich mich dreimal aufgefordert gefühlt, den gegen meine Auffassung von der Entstehung und der Verbreitung der Getreideroste gerichteten Einwänden öffentlich entgegenzutreten.

Im Jahre 1901 behandelte ich also recht ausführlich[3] die bis dahin erschienenen Arbeiten von Bolley (1898), Linhart (1898), Massee (1898), Klebahn (1898, 1900), Hecke (1899), Carleton (1899), Zukal (1899, 1900) und Müller (1901). Ich kam dabei zu dem Resultate, daß durch die zitierten Schriften dieser Forscher meine Annahme von dem Vorhandensein eines Krankheitskeimes im Innern der Pflanze selbst, neben der längst bekannten äußeren Infektionsquelle, gar nicht widerlegt, sondern vielmehr gestützt worden war.

Im Jahre 1903 widmete ich gewissen von Marshall Ward über den Braunrost der *Bromus*-Arten herausgegebenen Arbeiten, in denen er auch näher auf die Mycoplasmafrage einging, eine kritische Prüfung[4] und ich faßte die Resultate meiner Prüfung so zusammen: »that the histological research which Marshall Ward tells us that he has

---

[1] J. Eriksson, Über das vegetative Leben der Getreiderostpilze. I. *Puccinia glumarum* in der heranwachsenden Weizenpflanze. K. Sv. V.-Akad. Handl., Stockholm, 1904, Bd. 37, Nr. 6. — II. *Puccinia dispersa* in der heranwachsenden Roggenpflanze und III. *Puccinia glumarum* in der heranwachsenden Gerstenpflanze. Ib. 1904, Bd. 38, Nr. 3. — IV. *Puccinia graminis* in der heranwachsenden Getreidepflanze. Ib. 1905, Bd. 39, Nr. 5.

[2] J. Eriksson, Vie latente et plasmatique de certaines Urédinées. C. R. Acad. d. Sc. Paris, 1897, p. 475—477. — Der heutige Stand der Getreiderostfrage. Ber. d. D. Bot. Ges., 1897, Bd. 15, H. 3, p. 193—194.

[3] J. Eriksson, Sur l'origine et la propagation de la rouille des Céréales par la semence. Part. 3. Litterature moderne étrangère traitant la rouille des céréales et les indications au sujet d'un germe interne de maladie qu'on y trouve. Ann. Sc. Nat. 1901, sér. 8, p. 130—152.

[4] J. Eriksson, The Researches of Professor H. Marshall Ward on the Brown Rust on the Bromes — and the Mycoplasm Hypothesis. Ark. f. Bot., Stockholm, 1903, Bd. 1.

carried out, by following step for step the development of secondary pustule flecks which have developed after infection by uredospores, quite as little as what Marshall Ward formerly adduced from his infection-experiments, including the pure cultures, has in no degree refuted, or even touched upon the theory I have advanced«.

Endlich publizierte ich im Jahre 1905 eine Diskussion[1] aller neuen und wesentlichen Einwände gegen meine allgemeine Auffassung, und zwar speziell gegen die neue cytologisch begründete Darstellung meiner Mycoplasmatheorie. Ich wies dabei nach, daß diese Theorie durch die vorgebrachten Einwände in keiner Weise erschüttert worden war.

Von der wirklichen Sachlage habe ich seitdem teils im Jahre 1907,[2] teils in diesem Jahre[3] berichtet.

In welchem Umfange die oben besprochene, für die Beurteilung der Mycoplasmafrage unentbehrliche Literatur dem Herrn Prof. Zach vor der Einlieferung seines Manuskriptes an die Wiener Akademie im April dieses Jahres bekannt war, läßt sich nicht aus der Publikation selbst entnehmen. Von meinen Schriften wird nur das im Jahre 1907 herausgegebene übersichtliche Resumé des damaligen Standes der Frage zitiert und ich finde nichts, was beweisen könnte, daß meine früheren grundlegenden Werke dem Verfasser bekannt wären.

Es kommt dann Herrn Prof. Zach's Darstellung der neuen eigenen Beobachtungen und der darauf fußenden Betrachtungen über die Rostfrage im allgemeinen.

Das untersuchte Material wurde im Sommer 1909 eingesammelt, das Gelbrostmaterial Ende Juni und das Schwarzrostmaterial im Juli und im August. Von jenem wurden nur

---

[1] J. Eriksson, Zur Frage der Entstehung und Verbreitung der Rostkrankheiten der Pflanzen. Kritische Bemerkungen. Die Mycoplasmatheorie vor der modernen Kritik. Ark. f. Bot., Stockholm, 1905, Bd. 5, Nr. 3, p. 39—54.

[2] J. Eriksson, Der heutige Stand der Mycoplasmafrage. Zeitschr. f. d. Ausb. d. Entwicklungslehre. Stuttgart, 1907, Bd. I, H. 3.

[3] J. Eriksson, Über die Mycoplasmatheorie, ihre Geschichte und ihren Tagesstand. Biol. Zentralbl., 1910, Bd. 30, Nr. 18.

Freihandschnitte untersucht, von diesem sowohl Mikrotom- als auch Freihandschnitte. Von dem Materiale und von den Einsammlungsumständen wird sonst nichts angegeben.

Mit diesem Material macht sich nun Herr Prof. Zach daran, die Mycoplasmafrage zu lösen, und er ist mit seiner Aufgabe, dieselbe in die »phagocytischen Prozesse« einzurangieren, so schnell fertig geworden, daß er schon im April des darauffolgenden Jahres seine Arbeitsergebnisse der Wiener Akademie vorlegt.

Ist das zugrunde liegende Material seiner Untersuchung tatsächlich hinreichend, um eine so schwierige und so umstrittene Frage wie die des Getreiderostes zu entscheiden, und ist die Schnellzugseile, mit der das erstrebte Ziel erreicht wurde, wohlbedacht und glücklich? Ich trage kein Bedenken, diese beiden Fragen verneinend zu beantworten.

Selbst verfolge ich seit mehr als 15 Jahren die Getreideroste sowohl in Freilandstudien wie in Gewächshausversuchen und in Laboratoriumarbeiten, und zwar an einer sehr großen Zahl von Getreide- und Grasarten und zu allen Zeiten des Jahres, und doch bin ich noch bei weitem nicht mit der verwickelten Frage fertig. Meine cytologischen Ergebnisse und meine darauf basierten Erklärungen stütze ich auf eine sehr große Anzahl von Paraffineinbettungen aus allen Jahreszeiten und allen Entwicklungsstadien. Die Anzahl dieser Einbettungen beläuft sich für *Puccinia glumarum* auf 141, für *P. graminis* auf 78, für *P. dispersa* auf 21 usw.

Noch bedenklicher stellt sich jedoch die Wahl und die Ausnutzung des vom Verfasser untersuchten geringfügigen Materials.

Erstens wird nicht angegeben, ob das gewählte Material aus primären Uredopusteln stammt, d. h. aus den allerersten an der Getreideart hervorbrechenden Pusteln, deren Herkunft sich nicht durch äußere Ansteckung erklären läßt. Wenn die Pusteln, aus denen die Schnitteile geholt wurden, aller Wahrscheinlichkeit nach durch ein uredogeborenes Mycelium entstanden sind, d. h. sekundäre Pusteln waren, so hat die Untersuchung nichts mit der Mycoplasmatheorie zu schaffen. Es verhält sich die Sache in diesem Falle wie in

derjenigen Untersuchung Marshall Ward's, in welcher er ein künstlich erzeugtes uredogeborenes Mycelium mit Mycoplasma verwechselte.

Zweitens erfährt man, daß die zur Untersuchung gelangten Pflanzenteile teils »am Rande des Rostfleckes« teils »gegen die Mitte« desselben gewählt wurden, und es geht aus dem Texte wie aus den Figuren deutlich hervor, daß der Verfasser vorzugsweise die älteren Stadien in der Fleckenmitte für wichtig und ausschlaggebend hält, und daß er nur solche Stadien vor Augen gehabt hat. Ich muß sagen, daß der Verfasser, wenn er sich im voraus genügend in die Natur der vorliegenden Frage hineinversetzt hätte, auch hätte voraussehen können und müssen, daß es nicht sicher sein würde, am Rande des Rostfleckes geeignete Stadien von Mycoplasma zu finden, und daß es vollständig verfehlt wäre, solche Stadien gegen die Mitte des Fleckes zu suchen. Schon am Rande des Fleckes ist nämlich nach meiner Erfahrung das intrazellulare Mycoplasmaleben meistens vorbei und der Pilz in das interzellulare Protomycelium- und Myceliumstadium (cf. z. B. Eriksson und Tischler, Über das vegetative Leben, I, Taf. 2, Fig. 11 bis 13) eingetreten und gegen die Mitte des Fleckes ist die Entwicklung des Pilzes noch weiter fortgeschritten, da man hier die späteren Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien (cf. z. B., l. c., Taf. 3) antrifft.

Die Erfahrung hat mich auch gelehrt, daß man in einer bestimmten Entfernung vom Ende der Rostpustel nicht immer ein und dasselbe Entwicklungsstadium des Pilzes findet. Bald trifft man also die Übergänge von Mycoplasma in Mycelium in der unmittelbaren Fortsetzung der Pustelöffnung, in der Entfernung 0—3 *mm* (z. B. bei *Uredo dispersa*) an, bald mehr entfernt davon, ja sogar in der Entfernung von 10—13 *mm* (z. B. oft bei *Uredo glumarum*). Diese Verschiedenheit hängt selbstverständlich von mehreren Umständen, von der Eigenart der Pilzspezies, von der im einzelnen Falle vorhandenen Lebensenergie der Wirtspflanze sowie der des Pilzes, von den jeweiligen Witterungsverhältnissen usw. ab. Infolgedessen habe ich bei meinen Einbettungen sehr verschiedene Entfernungen gewählt, z. B. 0—3, 3—6, 5—8, 6—9

und 10—13 *mm*, und zwar in der Regel mehrere gleichzeitig.

Herr Prof. Zach hat anders gedacht und verfuhr anders. Er wählt sein Untersuchungsmaterial teils »am Rande des Rostfleckes«, höchstens mit der Entfernung 0—3 *mm* zu vergleichen, teils »gegen die Mitte« des Fleckes. Was der Eingeweihte voraussehen konnte, das ist eingetroffen. Prof. Zach hat nur spätere Entwicklungsstadien untersucht und beschrieben. Er hat nicht die Mycoplasmastufe, weder im Ruhe- noch im Reifestadium, getroffen, sondern wesentlich die von Tischler und mir (cf. Eriksson und Tischler, Über das vegetative Leben. I, p. 18 bis 19, Taf. 3, Fig. 18) als Pseudoparenchym bezeichneten Stufe.

Einerseits spricht der Verfasser von »körniger Degeneration« der Inhaltskörper der Nährzellen, von »Exkretkörpern und exkrementierten Kernpilzkörpern«, von »zusammenhängenden wandständigen Ketten« usw. Andrerseits spricht er von Zellen, die »anscheinend vollkommen gesund« sind, und von Zellen, die »noch fast normal erscheinen, in denen aber ein trübes Plasma mit verschieden deutlicher, fädiger Struktur auftritt«.

Derartiges habe auch ich oft in meinen Präparaten angetroffen und bei erneuter Durchmusterung geeigneter Präparate finde ich dieselben Bilder wieder, aber — wohl zu bemerken — nicht in dem Mycoplasmastadium des Pilzes, sondern in den späteren Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien. Sie sind Auflösungsstufen und nichts anderes. Und wenn der Verfasser seine »Exkretkörper und exkrementierten Kernpilzkörper« mit meinen Nucleolen in dem mycoplasmatischen Reifestadium identifiziert, so macht er gewiß einen Fehlschuß. Die genannten Körper, welche relativ groß und unregelmäßig geformt sind, habe ich auch selbst oft gesehen, aber erst in den späteren Auflösungsstadien der Gewebe. Die Nucleolen sind viel kleiner und gehören einem früheren Stadium, dem Reifestadium des Mycoplasmas, an. Dieses Stadium ist von sehr kurzer Dauer und geht schnell in das Protomyceliumstadium über. Das Nucleolarstadium wird deshalb in den Präparaten selten angetroffen und ich glaube mich nicht zu

irren, wenn ich annehme, daß Prof. Zach diese Gebilde nie gesehen hat.

Der Verfasser glaubt, in mehreren Kernresten der in Auflösung begriffenen Zellen eine »verschieden deutliche fädige Struktur« entdeckt zu haben, und er deutet die vermeinten Fäden als Pilzfäden. Das Mycoplasma soll sich nach ihm in ein Netzwerk von sehr feinen Mycelienfäden auflösen lassen. Keineswegs! Ich habe auch in meinen Präparaten solche fadenähnliche Gebilde getroffen, sowohl in den Kernen wie in dem umgebenden Zellumen, aber — wieder zu bemerken — nur in alten Mycelium- und Pseudoparenchym-Stadien. »Man könnte sie wohl für das Chromatinnetz des Kerns halten«, sagt der Verfasser (p. 313), »wenn nicht an ihnen dunkle Anschnitte wahrzunehmen wären und sich Fäden beobachten ließen«. Ich habe mir Mühe gegeben, die Richtigkeit dieser Angabe zu prüfen. Zu dem Zwecke habe ich viele Präparate wieder untersucht, aber trotz sorgfältiger Durchmusterung zahlreicher derartiger Präparatstellen ist es mir doch auch jetzt noch unmöglich, die »verschieden deutlichen Fäden« als Myceliumfäden anzusprechen. Ich will bemerken, daß die von mir neuuntersuchten Präparate sehr gut gelungen sind, und daß ich bei dieser Nachprüfung die allerschärfsten Linsenkombinationen von Zeiß benutzt habe, wodurch ich zu der Vergrößerung von 2250 gekommen bin, während Prof. Zach mit den von ihm benutzten Reichert'schen Linsen nicht höher als zu 1250 kam.

Die besprochenen Gebilde der Kernreste habe ich als Chromatinfäden des in Auflösung begriffenen Kerns betrachtet, und ich betrachte sie noch immer als solche. Die in dem Zelllumen selbst wahrgenommenen, reich verzweigten, schmalen Fadenbildungen habe ich für feine Haustorienzweige gehalten, und das tue ich auch noch.

Aber — wie dem auch sei — diese Gebilde gehören jedenfalls zu einem späteren Stadium des vegetativen Lebens des Pilzes, in welchem die Auflösung des Nährgewebes schon weit fortgeschritten ist und ein sporenerzeugendes Hymenium bald fertig vorliegt, und sie haben gar nichts mit dem vorausgehenden Plasmastadium des Pilzes zu tun.

Es läßt sich kaum bezweifeln, daß der Verfasser durch seine früheren Studien über Mycorrhiza und seine vorgefaßte Meinung, daß sich bei dem Rostkrankwerden des Getreides ganz einfach »phagocytische Prozesse« abspielen, auf einen falschen Weg geraten ist. Daher sein ganzes Fehlgehen und seine zahlreichen Fehlschlüsse!

Aus dem jetzt Angeführten dürfte hervorgehen, daß Herr Prof. Zach weder durch die von ihm zitierten Studien anderer Forscher noch durch seine eigenen, bisher publizierten Untersuchungen über den anatomischen Bau der Getreiderostflecken die Mycoplasmatheorie, wie sie von mir in meinen neueren Publikationen dargestellt ist, in irgendwelcher Weise getroffen und noch weniger umgestürzt hat.

In habe in meiner letzten Schrift über die Mycoplasmatheorie folgenden Wunsch ausgesprochen: »Möchte eine eingehende Kontrolluntersuchung auf diesem Gebiete baldmöglichst zustande kommen!« Ich kann jetzt mitteilen, daß infolge dieser Aufforderung schon in diesem Winter solche Untersuchungen an mehreren Stellen in Gang gesetzt werden, und ich bin sehr gern bereit, auch den Herrn Prof. Zach, wenn er eine solche Arbeit aufnehmen will, auf seinen Wunsch, mit allen Anweisungen und, soweit es mir möglich ist, mit Untersuchungsmaterial zu unterstützen.
